

## **SPECIFICATION**

### **TITLE OF THE INVENTION**

Induction-heating Apparatus

### **BACKGROUND OF THE INVENTION**

#### **1. Field of the Invention**

この発明は、誘導加熱方式を利用して熱を生成する加熱装置、およびこの加熱装置を搭載する定着装置に関する。

#### **2. Description of the Related Art**

### **BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION**

電子写真プロセスを用いた複写機に搭載の定着装置では、誘導加熱定着方式の定着装置が採用されている。

例えば、特開平 9-258586 号に知られるとおり、定着（加熱）ローラの回転軸に沿って形成されたコアに巻きつけられたコイルを用いて、加熱ローラに渦電流を流して加熱する方式である。

また、特開平 8-76620 号に知られるとおり、磁場発生手段により磁界が提供されて誘導加熱により発熱する発熱ベルトを、加圧ベルトと磁場発生手段との間に挟んでニップを形成する加熱装置がある。

このような誘導加熱を用いた加熱装置において、短い時間で定着に要する加熱温度を得るためには、励磁コイルに供給される電力として高周波を用いるため、励磁コイルの共振により共振音が発生する問題がある。

これに伴い、励磁コイルを保持する保持部材や磁束を強めるための磁性体コアを含むコイルユニット等が破損する問題がある。

この発明の目的は、誘導加熱方式を利用した定着装置において、励磁コイルが共振することを防止し、励磁コイルの付近に配置される他の機器の破損等を防止できる定着装置を提供することである。

**According to an aspect of the present invention, there is provided 加熱装置 comprising:** コイル, 所定の固有振動数を有する; 制御機構, 前記コイルに所定の周波数の電力を供給する; 導電性部材, 前記制御機構から所定の電力が

供給されて前記コイルから発生する磁界により発熱する；前記コイルの固有振動数は、前記制御機構から出力される電圧および電流の周波数が有する範囲と相違する。

According to another aspect of the present invention, there is provided 加熱装置 comprising: 第1のコイル, 第1のインダクタンスを有し、第1の周波数を有する電力が供給される；第2のコイル, 第2のインダクタンスを有し、第2の周波数を有する電力が供給される；制御機構, 前記第1, 2のコイルに、所定のタイミングで所定の電力を供給する；導電性部材, 前記制御機構から所定の電力が供給されて前記コイルから発生する磁界により発熱する；前記制御機構により前記第1のコイルには第1の周波数が供給され、前記第2のコイルには第2の周波数が供給される。

According to further another aspect of the present invention, there is provided 加熱装置 comprising: コイル, 所定の電力が供給されて所定の磁界を発生する；コア部材, 前記コイルの近くに配置され、所定の固有振動数を有する；導電性部材, 前記制御機構から所定の電力が供給されて前記コイルから発生する磁界により発熱する；前記コア部材の固有振動数は、前記制御機構から出力される電圧および電流の周波数が有する範囲と相違する。

Additional objects and advantages of the invention will be set forth in the description which follows, and in part will be obvious from the description, or may be learned by practice of the invention. The objects and advantages of the invention may be realized and obtained by means of the instrumentalities and combinations particularly pointed out hereinafter.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE SEVERAL VIEWS OF THE DRAWING

The accompanying drawings, which are incorporated in and constitute a part of the specification, illustrate embodiments of the invention, and together with the general description given above and the detailed description of the embodiments given below, serve to explain the principles of the invention.

FIG. 1は、本発明の加熱装置を搭載した定着装置の一例を説明する概略図；

FIG. 2は、FIG. 1に示した定着装置に利用可能な加熱装置の一例を説明する概

略図；

FIG. 3は、FIG. 2に示した加熱装置における励磁コイルの一例を説明する概略図；

FIG. 4は、FIG. 2に示した加熱装置における励磁コイルの配置の一例を説明する概略図；

FIG. 5は、FIG. 2に示した加熱装置の概略断面図；

FIG. 6は、FIG. 2に示した定着装置の制御系を説明するブロック図；

FIG. 7A, 7Bは、FIG. 2に示した加熱装置の概略断面図；

FIG. 8は、固有振動数を計測する方法の一例を説明する概略図；

FIG. 9, 10および11は、本発明のコア部材の一例を説明する概略図。

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

以下、図面を用いて、この発明の実施の形態が適用される定着装置の一例を説明する。

FIG. 1に示すように、定着装置1は、定着（加熱）ローラ2、プレス（加圧）ローラ3、異常温度検知素子7、温度検出素子9、磁場発生手段10、絶縁シート11を有する。

加熱ローラ2は、厚さが0.5～3.0mm程度より好ましくは1.5mm程度の金属製の中空円筒状の導電性部材2aを含み、外径 $\phi=60\text{mm}$ であることが好ましい。本実施の形態では、加熱ローラ2は、鉄製であるが、ステンレス鋼、ニッケル、アルミニウム、あるいはステンレス鋼とアルミニウムとの合金等が利用できる。導電性部材2aの表面には、四フッ化エチレン樹脂やテフロン等に代表されるフッ素樹脂が所定の厚さだけ堆積されている離型層2bが形成されている。

加圧ローラ3は、金属性（高剛性）または所定の圧力で変形しない金属性のシャフトである芯金3aと、この芯金3aのまわりに設けられるシリコンゴム3b、フッ素ゴム3c等を有し、外径 $\phi=60\text{mm}$ であることが好ましい。

加圧ローラ3は、図示しない所定の加圧機構からの圧力を受けることで、加熱ローラ2に所定の圧力を提供する。この圧力により、加圧ローラ3の軸と垂直方向に一定のニップ幅を有するニップ4が形成される。

加熱ローラ2は、駆動モータ（図示せず）により矢印方向（CW）に回転され、この回転に伴って、加圧ローラ3は、矢印方向（CCW）に回転される。

発熱異常検知素子7は、例えばサーモスタットであって、加熱ローラ2の表面温度が異

常に上昇する発熱異常を検知し、発熱異常が生じた場合は、以下に説明する磁場発生手段（励磁コイル）に対して供給される電力を遮断する。また、発熱異常検知素子7は、後にFIG. 6を用いて説明するとおり、ローラの長手方向の概ね中央に配置される温度検出素子7aと、ローラの長手方向の一端部に配置される温度検出素子7bから構成され、複数、例えば2つであってもよい。

温度検出素子9は、例えばサーミスタからなり、加熱ローラ2の外周面の温度を検出し、ローラの長手方向の概ね中央に配置される温度検出素子9aと、ローラの長手方向の一端部に配置される温度検出素子9bを含む。なお、温度検出素子9は、複数、例えば2つであってもよい。

なお、発熱異常温度検知素子7a、7bおよび温度検出素子9a、9bが位置される順および位置は、FIG. 1に示した順および位置に制限されるものではない。

加熱ローラ2の内側には、磁場発生手段10が備えられる。

絶縁シート11は、加熱ローラ2と磁場発生手段10との間に配置され、加熱ローラ2の内周面と磁場発生手段10を絶縁する。

絶縁シート11は、磁場発生手段10に所定の電力が供給されて誘導加熱により発熱する加熱ローラ2の最大温度よりも高い耐熱温度を有し、磁場発生手段10に供給される最大電力（電圧および電流）に耐え得る耐電力を有する材料であることが要求される。これらを考慮して、絶縁シート11は、加熱ローラ2が最も高温となる条件下において、収縮率が2%以下で、厚さが0.4mm以上であることが好ましい。

上記要件を満たす絶縁シート11として、本実施の形態においては、PFA（perfluoroalkoxyalkaneパーフルオロアルコキシルアルカン）を使用した。上記耐熱温度、耐電圧の条件を満たすものであれば、例えばPTFE（polytetrafluoroethylene-4フッ化エチレン）等やその他の材料が利用されてもよい。

FIG. 2は、磁場発生手段の一例を説明する概略斜視図である。なお、FIG. 2は、説明のため、組み立てられる以前の状態を示す。

磁場発生手段10は、ホルダ20a、20b、コイルユニット21a、21b、21cを有する。コイルユニット21aは、コア部材22a、コイルボビン23a、励磁コイル24aを含み、コイルユニット21bは、コア部材22b、コイルボビン23b、励磁コイル24bを含み、コイルユニット21cは、コア部材22c、コイルボビン23c、励

磁コイル24cを含む。

ホルダ20a, 20bは、上下方向からコイルユニット21a, 21b, 21cを挟持し、それぞれ所定の位置でコイルユニットを保持する。なお、ホルダ20a, 20bとしては、同一部品すなわち同じ構造・材質で構成される部材が利用可能である。

コイルユニット21aは、加熱ローラ2の軸方向の中央に配置され、コイルボビン23aと、これに巻き付けられる励磁コイル24aを含む。

コイルユニット21b, 21cは、コイルユニット21aの両端すなわち加熱ローラ2の軸方向の両端に配置され、コイルユニット21bはコイルボビン23bに巻き付けられる励磁コイル24bを含み、コイルユニット21cはコイルボビン23cに巻き付けられる励磁コイル24cを含む。

コア部材22a, 22b, 22cは、例えば所定の大きさの矩形状に形成され、それぞれコイルボビン23a, 23b, 23cの内側に配置され、本実施の形態においては、フェライトや積層鋼板から構成されるが、高周波域での損失が少ない、例えばダストコア（圧粉磁芯）が主要な材料とするもので構成されてもよい。

ホルダ20a, 20bおよびコイルボビン23a, 23b, 23cは、耐熱性が高く、高い絶縁性を有する樹脂材料等で構成されることが好ましく、例えば、液晶ポリマー、エンジニアリングプラスチック、セラミック、PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）材、フェノール材もしくは不飽和ポリエステル等であってもよい。

なお、励磁コイル24b, 24cは、FIG. 3に示すように、一本の電線からなり、ホルダ20a, 20bに保持された状態で、巻き方向が同じであることが好ましい。すなわち、FIG. 3のように接続され、励磁コイル24a, 24b, 24cに同時に電流が流れた場合、軸と垂直な方向で隣り合うコイル線に流れる電流が同じ方向となるような配置であることが好ましい。

なお、FIG. 4に示すとおり、励磁コイル24a（中央コイル）は、例えばA4サイズ用の紙の短辺が加熱ローラ2の軸線と平行になるように搬送される際に、少なくとも用紙とローラ2の外周面とが接する領域（幅）を加熱可能な長さL1に形成されている。

励磁コイル24b, 24c（端部コイル）は、電気的には1つのコイルであって、励磁コイル24aとFIG. 4に示すように一列に並べられたとき、長手方向の長さL2は、少なくともA3サイズの用紙の短辺の長さ以上であることが好ましい。

励磁コイル24a, 24b, 24cは、それぞれ距離L3の間隔を有して配置される。

この距離 $L_3$ は、ニップ4を所定の熱量を吸収しながら通過する被加熱物（用紙）のサイズに応じて変化する加熱ローラ2の表面温度において、温度ムラが最小になる距離として定義される。なお、距離 $L_3$ が小さすぎると、励磁コイルの継ぎ目の温度は他の表面より高くなり、距離 $L_3$ が大きすぎると、励磁コイルの継ぎ目の温度は他の表面より低くなる。すなわち、温度ムラが発生する。本実施の形態においては、実測により加熱ローラ2の表面温度における温度ムラが最小となるよう、所定の距離 $L_3$ に決定されている。

励磁コイル24a, 24b, 24cは、例えば、絶縁材、例えばポリイミドで被覆される外径 $\phi=0.5\sim1.0$ mmの銅線材を所定本数撚ったリッツ線等が利用可能である。本実施の形態においては、例えば100Vの電圧を許容可能なものとして、19本の外径 $\phi=0.5$ mmの銅線材からなる電線を用いた。

各コイルは、FIG. 5を用いて後に説明するとおり、所定の共振周波数の電圧および電流が供給されて所定の磁界を発生し、加熱ローラ2の所定部分に渦電流が生じる。この渦電流と加熱ローラ抵抗によってジュール熱が生成され、加熱ローラ2が発熱する。

FIG. 5は、FIG. 2に示した磁場発生手段の軸の垂直方向に切断されたコイルユニット21aの概略断面図を示す。

本実施の形態において、励磁コイル24aは、FIG. 5に示す通り、コア部材22aで左右に区切ったとき、左側の番号と右側の番号を結ぶように、紙面垂直方向にコイルボビン23aに巻きつけられている。よって、コイルユニット21aは、一段目において7ターン（1～7）、二段目においてさらに7ターン（8～14）、合計14ターン数を有する。

FIG. 6は、FIG. 1に示した定着装置1の制御系の一例を説明するブロック図である。

電源31は、サーモスタット7a、7bと直列に接続され、また、整流回路32を介して2系統のインバータ回路33a, 33bと接続されている。

インバータ駆動回路33aは、励磁コイル24aと、インバータ駆動回路33bは、励磁コイル24b, 24cとそれぞれ接続され、接続されるコイルに所定の周波数の高周波出力（電流および電圧）を供給する。また、インバータ駆動回路33aは、スイッチング素子34a、駆動回路35a、サーミスタ36aを含み、インバータ駆動回路33bは、スイッチング素子34b、駆動回路35b、サーミスタ36bを含む。

スイッチング素子34a, 34bは、例えばIGBT（Insulated Gate B

i-Polar Transistor) からなり、励磁コイル24a, 24b, 24cに供給すべき高周波出力(高周波電流)をオン/オフ制御する。

駆動回路35a, 35bは、IGBT34a, 34bのオン/オフ動作を制御する、すなわちそれぞれの励磁コイル24a, 24b, 24cに所定出力を供給するため制御信号(スイッチング回数)を、IGBT34a, 34bに出力する。

サーミスタ36a, 36bは、IGBT34a, 34bの近傍に配置され、周囲の温度を検知する。また、IGBT34a, 34bの近傍には、ファン38が配置されていてもよく、IGBT34a, 34bは、サーミスタ36a, 36bで検知される周囲の温度情報をフィードバックして、ファン38に送風を指示する。これにより、IGBT34a, 34bが過剰に加熱され、高温になることを防止できる。

インバータ駆動回路33aは、インバータ制御回路37a, と、インバータ駆動回路33bは、インバータ制御回路37bとそれぞれ接続される。

インバータ制御回路37a, 37bは、IGBT34a, 34bが出力すべき高周波出力、すなわち各コイル24a, 24b, 24cが所定の加熱力であるコイル出力を出力するためにIGBT34a, 34bがオンされる時間であって、さらに言い換えると、単位時間あたりにIGBT34a, 34bがオンされる回数(駆動周波数)を指示する等の駆動動作を制御する。なお、本実施の形態において、IGBT34a, 34bを用いてあるいは励磁コイル24a, 24b, 24cのインダクタンスを所定値ずらすことにより、20.05~100kHzの範囲の高周波数の電力(電流および電圧)を励磁コイル24a, 24b, 24cに供給し、この周波数の範囲を誘導加熱における使用周波数として以下説明する。また、励磁コイルに供給する電力の周波数は、電波法施行規則に基づく新型複写機に係る型式指定を受けるための技術的要件が考慮されて、20.05kHzとしたが、20kHzであっても、その付近であってもよい。

サーミスタ36a, 36b、インバータ制御回路37a, 37bおよびファン38は、IH制御回路39と接続され、それぞれの動作が制御される。

IH制御回路39は、CPU40、ROM41、RAM42を有する。

CPU40は、ROM41に格納されている所定のプログラムに基づいて、励磁コイル24a, 24b, 24cが所定の加熱力であるコイル出力を出力する制御(以下、誘導加熱制御と記す)を統括する。例えば、IH制御回路39は、励磁コイル21aに供給すべき第1の周波数 $f_1$ と、励磁コイル21b, 21cに供給すべき第2の周波数 $f_2$ を、イ

ンバータ回路 33 a, 33 b に指示する。これにより、所定の定着温度（用紙に現像剤を定着できるような温度）を確保するために加熱ローラ 2 に渦電流を発生させる基である励磁コイルから出力される磁界の大きさすなわち加熱力は、任意の大きさに設定可能である。なお、加熱力は、一般に、個々のコイルが消費する消費電力として数値管理される。各コイルのコイル出力（消費電力）を、以降、単にコイルに入力される電力として説明する。

RAM 42 は、誘導加熱制御に必要なデータを格納できる。

なお、IH 制御回路 39 は、定着装置の全体の制御を統括するメイン制御回路 43 に含まれるものであってもよい。

メイン制御回路 43 は、サーミスタ 9 a, 9 b と接続され、フィードバック制御により、加熱ローラ 2 の表面温度が軸方向に均一に維持されるように、IH 制御回路 39 を管理する。

また、整流回路 32 から任意の、または全てのコイルに供給される電力は、例えば整流回路 32 と商用電源 31 の入力端との間、または整流回路 31 とインバータ駆動回路 33 a, 33 b との間等の所定の位置に設けられる電力検知回路（図示せず）により、供給される電流および電圧を検出して、常時監視されてもよい。なお、電力検知回路による監視結果は、所定のタイミングでインバータ制御回路 37 a, 37 b にフィードバックされ、インバータ駆動回路 33 a, 33 b の焼損等を検知可能とするため、電力検知回路の出力は、メイン制御回路 43 に入力されてもよい。

加熱ローラ 2 の表面温度は、サーミスタ 9 a, 9 b で検知される温度の差に応じて、励磁コイル 24 a, 24 b, 24 c に、以下に説明する所定の制御方法を用いて、所定のタイミングで所定の周波数の所定の電力を供給することで、軸方向に一定の温度を確保できる。

次に、加熱ローラ 2 の外周面の温度を所定温度に昇温させる制御（誘導加熱制御）の一例を説明する。

#### （第 1 の方法）

第 1 の方法は、中央コイルユニット 21 a に対向する位置に配置されたサーミスタ 9 a と、端部コイルユニット 21 b, 21 c のうち少なくともいずれか一方のコイルに対向する位置に配置されたサーミスタ 9 b から検知された温度を比較し、この比較結果に基づき、所定の時間の割合で中央あるいは端部のコイルに、所定の電力が供給する方法である。すなわち、所定のデューティ比でオンするコイルを交互に切り替える方法であって、この



ように所定のタイミングで所定の電力が供給された中央および端部のコイルは、加熱ローラ2の温度が軸方向に均一となるように、所定の磁界を発生させる。

このとき、端部コイル24b、24cは、中央コイル24aに比べて、電線を巻く幅すなわち加熱ローラ2の軸方向の長さが短いため、FIG. 5に示したような同じターン数で同様の巻線仕様を用いたとしても、同じ性能が得られない問題がある。

例えば、それぞれ中央コイル24aと端部コイル24b、24cのコイルとしての特性値であるインダクタンス(L)が同等の値となる巻き数で、全コイルが形成された場合、コイルとしてのもう1つの特性値であるインピーダンス(Z)が異なるため、端部コイル24b、24cのインピーダンスは低くなる。この問題は、FIG. 7Aおよび7Bに示すようなコイルボビンを用いることにより改善できる。

FIG. 7Aは、中央コイルユニット21aを示し、FIG. 7Bは、端部コイルユニット21b、21cを示す。

FIG. 7A、7Bに示すように、端部コイルユニット21b、21cのコイルボビン23b、23cの厚さL5を中央コイルユニット21aのコイルボビン23aの厚さL4より厚くする。これにより、端部コイルユニット21b、21cの電線24b、24cと加熱ローラ2の内周面との距離が縮まる。よって、加熱ローラ2と励磁コイル24b、24cの磁気的な結びつきが強くなるため、加熱ローラ2に作用する磁束密度が高まり、端部コイルユニット21b、21cの性能が向上する。

#### (第2の方法)

第2の方法は、中央コイルユニット21aに供給する電力と、端部コイルユニット21b、21cに供給する電力を、同一もしくは異なる値で、同時に出力し、加熱ローラ2の軸方向の温度が均一となるように、所定の磁界を発生させる方法である。

しかしながら、同時に同一周波数の電力を励磁コイル24a、24b、24cに供給した場合、隣り合うコイルが共振するため、騒音となる共振音が発生する問題がある。

この問題を解決するため、次の2つの方法が適用できる。

第2-1の方法は、それぞれ中央コイル24aと端部コイル24b、24cのインダクタンス(L)の値が比較的かけ離れた値となるように、所定の巻き数で両コイルを形成する方法である。これにより、同一の電力が同時に両コイルに供給される場合であっても言い換えるとFIG. 6に示したインバータ駆動回路33a、33bから出力される電力の周波数が同一である場合であっても、両コイルに供給される電力の周波数(使用周波数)

が所定の差を有する。このため、隣り合うコイル間で共振が発生することを防止できる。

第2-2の方法は、中央コイル24aと端部コイル24b、24cに供給される電力の値を変えることにより、両コイルに供給される電力の周波数（使用周波数）において所定の差を確保する方法である。これにより、コイル間で共振が発生することを防止できる。すなわち、FIG. 6に示したインバータ駆動回路33a、33bが、それぞれ所定の差分の周波数を有する電力を出力する。

なお、第2-1の方法における両コイルのインダクタンスの値、および第2-2の方法における両コイルに供給される電力の差分は、共振が発生しない範囲、例えば、両コイルに供給される電力の周波数が、10kHz以上の差を有する範囲で任意に決定できる。なお、この共振が発生しない範囲は、隣り合うコイルの特性や、コイルに供給される電力、あるいはコイルに電力を供給する際の制御方法等に応じて決定され、実測により定義されるため、上記数値範囲に限定されないことは言うまでもない。

尚、コイルインダクタンスが中央部コイルと端部コイルで同等と設定されている場合には、インピーダンスを異ならせてもよい。

上述した誘導加熱制御の各方法は、動作モードに応じて使い分けられることで、より効果的に加熱ローラ2を軸方向に均一に加熱できる。

例えば、第1の方法は、ウォーミングアップ（W/U）時に代表される加熱ローラ2が熱履歴のない状態すなわち常温の状態から所定の温度まで加熱される場合等で、より効果的に加熱ローラ2を軸方向に均一に加熱できる。

また、第2の方法は、通常のコピー動作時に代表されるある程度の温度まで加熱された状態で加熱ローラ2の軸方向の温度ムラを最小にする場合等に有効である。

このような方法を用いることにより、たとえ本実施の形態のように20.05~100kHzの範囲の高周波数の電力（電流および電圧）が利用される場合であっても、隣り合うコイル間や、コイルとコイルの付近に配置される部品（コイルボビン、磁性体コア等）との間に発生する共振を防止し、共振による共振音の問題を改善できる。

次に、励磁コイル24a、24b、24cについて、より詳細に説明する。

励磁コイル24a、24b、24cは、使用周波数の範囲と異なる固有振動数を有する形状である。

また、励磁コイル24a、24b、24cの固有振動数が使用周波数の整数倍に一致すると、共振が発生するため、励磁コイル24a、24b、24cの固有振動数は、使用頻

度が高い周波数の整数倍と相違する所定の数値に決定されることが好ましい。

なお、本実施の形態において、使用頻度の高い周波数とは、W/U中、コピー中、レディー中における使用周波数であって、それぞれ38kHz、30kHz、25kHz近傍である。よって、励磁コイル24a、24b、24cの固有振動数は、使用周波数38kHz、30kHz、25kHz、および使用周波数の整数倍に一致する75、60、50kHz近傍ではない。

この励磁コイル24a、24b、24cを用いた結果より、共振により発生する共振音は、従来に比べて、騒音値(dB)で約50%低減された。

なお、励磁コイル24a、24b、24cの固有振動数は、たとえば、FIG. 8に示すような測定機材を用いて測定できる。

FFTアナライザ401は、被測定物と接続される加速度ピックアップ402と、被測定物に振動を伝達する振動伝達部403と接続されている。

振動伝達部403から被測定物に所定の振動が与えられると、FFTアナライザ401は、この振動の大きさを得ると共に、加速度ピックアップ402より、非測定物に発生した振動を測定することができる。

この機材を用いて、励磁コイル24a、24b、24cの固有振動数を設定できる。

なお、本実施の形態では、振動伝達部403として、株式会社小野測器製造のインパルスハンマを使用した。

これにより、たとえ本実施の形態のように20.05~100kHzの範囲の高周波数の電力(電流および電圧)が励磁コイル24a、24b、24cに供給される場合であっても、隣り合うコイルに発生する共振を防止し、共振による共振音の騒音の問題を未然に防ぎ、コイルボビンやコア部材等の破損を防止できる。

次に、コア部材22a、22b、22cについて、より詳細に説明する。

コア部材22a、22b、22cは、使用周波数の範囲と異なる固有振動数を有する形状である。

また、コア部材22a、22b、22cの固有振動数は、上述したとおり、使用頻度が高い周波数の整数倍と相違する所定の数値に決定されることが好ましい。

FIG. 9は、矩形のコア部材22a、22b、22cを示す。FIG. 9に示すとおり、コア部材は、一辺の長さがそれぞれh1、r1である矩形の立体であって、厚さb1を有する。

コア部材 22 a, 22 b, 22 c の固有振動数 ( $\omega_n$ ) は、次のようにして算出される。

固有振動周波数は、

$$\omega_n = \sqrt{\frac{35k}{17m}} \quad \dots \quad (\text{式1})$$

であって、

$$k = \frac{48 \cdot E \cdot I_1}{r_1^3} = \frac{4 \cdot E \cdot b_1 \cdot (h_1)^3}{r_1^3} \quad \dots \quad (\text{式2})$$

$$r_1 = \frac{b_1 \cdot (h_1)^3}{12} \quad \dots \quad (\text{式3})$$

コア質量は、

$$m = \frac{b_1 \cdot h_1 \cdot r_1 \cdot D}{g} \quad \dots \quad (\text{式4})$$

をそれぞれ代入すると、

$$\omega_n = \sqrt{\frac{35 \cdot 4 \cdot g \cdot E \cdot (h_1)^2}{17 \cdot D \cdot (r_1)^4}} \quad \dots \quad (\text{式5})$$

が得られる。

なお、式5に示される  $g$ ,  $E$ ,  $D$  はそれぞれ、

加速度  $g = 9.8 \text{ (m/s}^2\text{)} = 9.8 \times 10^4 \text{ (mm/s}^2\text{)}$

コア縦弾性係数  $E = 1.0 \sim 2.0 \times 10^{-4} \text{ (Kg f/mm}^2\text{)}$

コア密度  $D = 5.0 \text{ (g/cm}^3\text{)} = 5.0 \times 10^{-6} \text{ (Kg/mm}^3\text{)}$

である。

上述のとおり、コア縦弾性係数  $E$  は、周波数の要素を含むため、本実施の形態における使用周波数  $f = 20.05 \sim 100 \text{ (kHz)}$  の範囲を含まないコア部材 22 a, 22 b, 22 c 固有振動数は、式5より

$$\frac{h_1}{r_1^2} < 2.7 \quad \frac{h_1}{r_1^2} > 6.3 \quad \dots \quad (\text{式6})$$

の範囲のサイズを有する。

従って、コア部材 22 a, 22 b, 22 c が、使用周波数の範囲に応じた式6を満たす所定の形状に形成されることで、隣り合うコイルに発生する共振を防止し、共振による共振音の騒音の問題を未然に防ぎ、コイルボビンやコア部材等の破損を防止できる。

例えば、 $h_1 = 50\text{mm}$ 、 $r_1 = 24\text{mm}$ 、 $b_1 = 10\text{mm}$ のサイズを有するコア部材は、 $h_1 / r_1^2 = 0.086$ となるため、式6を満たす。

また、 $h_1 = 50\text{mm}$ 、 $r_1 = 28\text{mm}$ 、 $b_1 = 10\text{mm}$ のサイズを有するコア部材は、 $h_1 / r_1^2 = 0.063$ となるため、式6を満たす。

なお、本発明は、矩形状のコア部材に限定されることなく、例えばE型あるいはT型のコア部材についても適用できる。

FIG. 10は、E型のコア部材501の断面図を、FIG. 11は、T型のコア部材502の断面図をそれぞれ示す。

FIG. 10に示すとおり、コア部材501は、平行に並んだ3本の平行部と、これら平行部を垂直方向につなぐ1本の垂直部からなり、垂直部は長さ $b_2$ 、幅 $h_3$ に、平行部は幅 $b_3$ に形成される。また、平行部の長さ $a_2$ と垂直部の幅 $h_3$ の和は $h_2$ で、平行部および垂直部（コア部材501）は、厚さ $r_2$ を有する。

このとき、式3に示した式が

$$r_2 = \frac{b \cdot h^3 - (b - 3 \cdot b_1)(h - h_1)^3}{12} \quad \dots \quad (\text{式7})$$

となる。

よって、コア部材501の固有振動周波数は、式1に、式2、4および式7を代入することで求められる。このようにして求められる固有振動数が、本実施例に利用される使用周波数 $f = 20.05 \sim 100\text{ (kHz)}$ と異なる範囲であるように、コア部材501は、所定のサイズに形成される。

同様に、コア部材502も、式3に示した式に変えて

$$r_3 = \frac{b \cdot h^3 - (b - b_1)(h - h_1)^3}{12} \quad \dots \quad (\text{式8})$$

式8、および上述の式2、4を式1に代入することで固有振動数を算出できる。

なお、コア部材502は、第1コア部材とこれと垂直に接続される第2コア部材とからなり、第1コア部材は長さ $b_4$ 、幅 $h_5$ に、第2コア部材は幅 $b_5$ に形成され、第2コア部材の長さ $a_5$ と第1コア部材の幅 $h_5$ の和は $h_4$ である。また、第1、2コア部材（コア部材502）の厚さは、 $r_3$ である。

このようにして求められる固有振動数が、本実施例に利用される使用周波数 $f = 20.05 \sim 100\text{ (kHz)}$ と異なる範囲であるように、コア部材502は、所定のサイズに

形成される。

上に説明した通り、本願発明は、使用周波数と相違する固有振動数を有する励磁コイルおよび／あるいはコア部材を用いることにより、励磁コイル間、あるいは付近に配置されるコア部材等において発生する共振を防止するものであって、上述した実施例以外の装置にも適用できる。また、上述の第 1, 2 の方法を用いて制御することにより、より効果的に共振を防止できる。

WHAT IS CLAIMED IS

1. 加熱装置 comprising

コイル, 所定の固有振動数を有する ;

制御機構, 前記コイルに所定の周波数の電力を供給する ;

導電性部材, 前記制御機構から所定の電力が供給されて前記コイルから発生する磁界により発熱する ;

前記コイルの固有振動数は、前記制御機構から出力される電圧および電流の周波数が有する範囲と相違する.

2. 加熱装置 according to claim 1,

前記コイルの固有振動数は、前記制御機構から出力される電圧および電流の周波数のうち、使用頻度の高い所定の周波数と相違する.

3. 加熱装置 according to claim 2,

前記加熱装置は、複写対象の画像を形成する画像形成装置に搭載され、

前記使用頻度の高い周波数とは、ウォーミングアップ中、レディー中およびコピー中の動作モードが選択された場合に使用される周波数である.

4. 加熱装置 according to claim 1,

前記コイルの固有振動数は、前記制御機構から出力される電圧および電流の周波数のうち、少なくとも一つの周波数の整数倍と相違する.

5. 加熱装置 according to claim 4,

前記コイルは、第1の周波数を有する電力が供給される第1のコイルと、第2の周波数の電力が供給される第2のコイルを含み ;

前記第1, 第2の周波数は、10kHz以上の差分を有する.

6. 加熱装置 according to claim 4,

前記制御機構により前記第1, 第2のコイルに同一の電力が供給された場合、前記第1

のコイルは、前記第2のコイルの第2のインピーダンスと異なる第1のインピーダンスを有する。

7. 加熱装置 according to claim 4,

前記加熱装置は、複写対象の画像を形成する画像形成装置に搭載され、

前記少なくとも一つの周波数とは、ウォーミングアップ中、レディー中およびコピー中の動作モードが選択された場合に使用される周波数である。

8. 加熱装置 comprising

第1のコイル、第1のインダクタンスを有し、第1の周波数を有する電力が供給される；

第2のコイル、第2のインダクタンスを有し、第2の周波数を有する電力が供給される；

制御機構、前記第1、2のコイルに、所定のタイミングで所定の電力を供給する；

導電性部材、前記制御機構から所定の電力が供給されて前記コイルから発生する磁界により発熱する；

前記制御機構により前記第1のコイルには第1の周波数が供給され、前記第2のコイルには第2の周波数が供給される。

9. 加熱装置 according to claim 8,

前記制御機構により前記第1、2のコイルに同一の電力が供給された場合、前記第1のコイルは、前記第2のコイルの第2のインダクタンスと異なる第1のインダクタンスを有する。

10. 加熱装置 according to claim 9,

前記制御機構により前記第1、2のコイルに異なる電力が供給される場合、前記第1のコイルには、前記第2のコイルに供給される電力の前記第2の周波数と異なる前記第1の周波数の電力を供給する。

11. 加熱装置 comprising

コイル、所定の電力が供給されて所定の磁界を発生する；

コア部材、前記コイルの近くに配置され、所定の固有振動数を有する；



導電性部材、前記制御機構から所定の電力が供給されて前記コイルから発生する磁界により発熱する；

前記コア部材の固有振動数は、前記制御機構から出力される電圧および電流の周波数がある範囲と相違する。

12. 加熱装置 according to claim 11

前記コア部材は、一辺が  $r$  の矩形で、かつ厚さ  $h$  に形成される立体であって、下に示す式を満たす形状を有する。

$$\frac{h}{r^2} < 2.7 \quad \text{あるいは} \quad \frac{h}{r^2} > 6.3$$

13. 加熱装置 according to claim 12

前記コア部材は、磁性体よりなる。

14. 加熱装置 according to claim 11

前記コイルは、第1のコイルと第2のコイルとからなり、この第1のコイルは、第2のコイルよりも前記導電性部材に近い。

15. 加熱装置 according to claim 14

前記第1のコイルのインピーダンスは、前記第2のコイルのインピーダンスより値が低い。

16. 加熱装置 according to claim 15

前記第1のコイルと第2のコイルのインダクタンスの値は同等である。

## ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

本願発明は、使用周波数と相違する固有振動数を有する励磁コイルおよび／あるいはコア部材を用いることにより、励磁コイル間、あるいは付近に配置されるコア部材等において発生する共振を防止できる。